

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 60001998
PUBLICATION DATE : 08-01-85

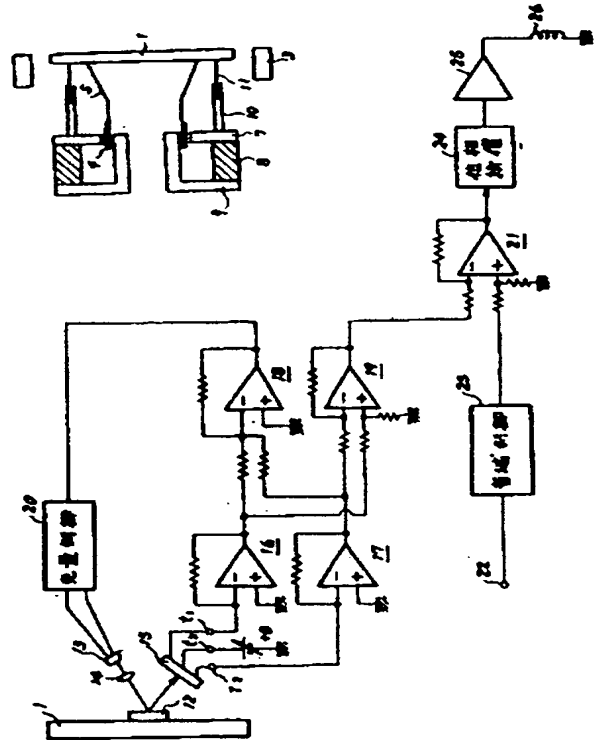
APPLICATION DATE : 17-06-83
APPLICATION NUMBER : 58108862

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : YAMAMOTO MASANOBU;

INT.CL. : H04R 3/04

TITLE : MOTIONAL FEEDBACK TYPE
SPEAKER



ABSTRACT : PURPOSE: To make the sound pressure versus frequency characteristic flat by adopting linear motor structure for a part supporting the vibrating system of a speaker so as to eliminated a support member such as damper or edge or the like and also detecting the displacement of the vibrating system of the speaker so as to feedback the displacement information to the driving system of the speaker thereby reducing nonlinear distortion at a large amplitude operation.

CONSTITUTION: A bearing 10 is provided at a frame 7 side and also a shaft 11 is provided accordingly to a diaphragm 1 side. The shaft 11 is inserted freely to the bearing 10 so as to move forward/backward in response to the displacement of the diaphragm 1, thereby adopting a kind of linear motor structure including a magnet 8 or the like forming a magentic circuit and a voice coil 4. A mirror 12 is fitted to the diaphragm 1 moved in parallel, a ray (laser ray) from a semiconductor laser light source 13 is made incident to the mirror 12 via a lens 14 and the reflected ray from the mirror 12 is detected by a photodetector 15 at a position on the photodetection section in response to the displacement of the diaphragm 1. Each current being the 1st and 2nd position detecting output obtained at output terminals t_1 , t_2 of the photodetector 15 is applied respectively to current-voltage converting circuits 16, 17, where the current is converted into a voltage signal, which is applied to an adder circuit 18 and a subtraction circuit 19 respectively.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報 (A) 昭60—1998

⑪ Int. Cl.⁴
H 04 R 3/04

識別記号
1 0 1

庁内整理番号
6733—5D

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月8日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑭ モーションナルフィードバック型スピーカ

35号ソニー株式会社内

⑮ 特 願 昭58—108862

⑯ 出 願 人 ソニー株式会社

⑰ 出 願 昭58(1983)6月17日

東京都品川区北品川6丁目7番
35号

⑱ 発 明 者 山本真伸

⑲ 代 理 人 弁理士 伊藤貞 外1名

東京都品川区北品川6丁目7番

明 細 書

発明の名称 モーションナルフィードバック型スピーカ

特許請求の範囲

スピーカの振動系を、該振動系に与えられる駆動力に対する変位特性が基本的に直線性を有する支持手段で固定部分に支持すると共に、上記振動系の変位を検出する光位置検出手段を設け、該検出手段の出力を上記スピーカの駆動系に搬送するようにしたことを特徴とするモーションナルフィードバック型スピーカ。

発明の詳細な説明

産業上の利用分野

この発明は、例えばデジタルオーディオシステム等に用いて好適なモーションナルフィードバック（以下MFBと略す）型スピーカに関する。

背景技術とその問題点

一般にこれまでのオーディオ信号の記録媒体であるLPレコードやカセットテープ等では、低音域、特に100 Hz以下の低い音域の再生が充分にできな

かつたが、いわゆるコンパクトディスク等の出現により、例えば100 Hz以下の低音域を含む低域から高域まで平坦な周波数特性を有し、しかもS/N比の良好な再生信号が得られるようになってきた。

このために、このような記録媒体からアンプ等を通して再生されて来た電気信号を音響信号に変換するためのスピーカ、特に低音用スピーカであるウーハ等については一段と高性能なものが要求されつつある。ところが、このような低音用として使用されるウーハ等は、その振幅が通常約10 mm以上と大きいために大振幅の信号時における直線性の劣化や動作帯域内に共振周波数 f_0 を有するために電気信号と振動板の振動とに相違を生ずる等電気-機械-音響変換における精度上の問題があり、この結果音圧周波数特性が平坦でなくなり、また非直線歪を生じる等の不都合がある。

そこで、このような音圧周波数特性の平坦化や非直線歪の低減を図るために、MFB方式が従来提案されている。このMFB方式はスピーカの振動系の運動量を検出し、その検出出力をスピーカの駆動

系へ帰還させてスピーカの振動系の運動を制御するものである。このMPB方式における検出出力の帰還のやり方としては従来各様のものが提案されており、例えばその第1はスピーカの振動板の速度に比例した電圧をそのまま入力側に帰還する方法、第2はスピーカの振動板の加速度に比例した電圧を帰還する方法、第3は振動板の変位に比例した電圧を帰還する方法等である。

これらの内、特に従来多く用いられているのは、第1の方法で、これは具体的にはスピーカの駆動コイルに流れる電流の逆起電力を検出し、入力側に帰還するものである。この方法の場合、スピーカの振動系の運動量を検出するのは容易であるが、しかしその検出出力は空気との界面で音波を発生させているスピーカの振動板の動きに対応した検出出力ではなく、駆動コイルの動きを実質的に速度変化として検出しているため、コイルで検出した信号が必ずしも振動板の動きと対応してないという問題がある。

そこで良好な音を得るためには、スピーカの振

特開昭60-1998(2)
動板の動きが電気信号に忠実に対応していることが必要であり、この点から、上述の3つの方法のうち、第3の方法は最も好ましいものと思われる。

また、スピーカの構造を考えた場合、慣用のスピーカの振動系はダンパやエッジ等の支持部材により固定側に対して支持されているのが一般的であり、第1図もその一例である。すなわち、第1図において、例えば平面型の振動板(1)の端部はエッジ(2)を介してフレーム(3)に固定されると共にその下部にボイスコイル(4)が巻回され、その上部が振動板(1)に連結されたバネ(5)の中間部がダンパ(6)を介してプレート(7)側に固定されるようになされている。また、(8)及び(9)はプレート(7)と共に磁気回路を形成するマグネット及びヨークである。

このように、従来はスピーカの振動系をダンパやエッジ等の支持部材で支持するのは不可欠と考えられている。しかし、この支持部材、特にダンパによりスピーカの振動系が共振点を有し、振動系の動きが制限されて、例えば低音域の如く大振幅の動作時に非直線性を生じるとか、或いは高音

域で複雑な共振や位相回りを生じる等の不都合がある。

発明の目的

この発明は斯る点に鑑み、スピーカの振動系の変位を検出し、この変位情報をスピーカの駆動系に帰還して電気信号にスピーカの振動系の変位を忠実に対応させることができると共に、スピーカの振動系の支持部材の介在に伴う上述の如き不都合を解消し得るモーションナルフィードバック型スピーカを提供するものである。

発明の概要

この発明は、スピーカの振動系を、この振動系に与えられる駆動力に対する変位特性が基本的に直線性を有する支持手段で固定部分に支持すると共に、上記振動系の変位を検出する光位置検出手段を設け、この検出手段の出力を上記スピーカの駆動系に帰還するようにしたことを特徴とするモーションナルフィードバック型スピーカであつて、音圧周波数特性の平坦化、非直線歪の低減、高音域での複雑な共振や位相回り等が解消される。

実施例

以下、この発明の一実施例を、第2図～第11図に基づいて詳しく説明する。

第2図はこの発明に係るスピーカの振動系の支持手段の一例を示すもので、同図において、第1図と対応する部分には同一符号を付し、その詳細説明は省略する。

本実施例では、フレーム(7)側に軸受け(10)を設けると共に、これに対応して振動板(1)側に軸(11)を設け、この軸(11)を軸受け(10)に遊嵌せしめて、振動板(1)の変位に応じて前後に移動できるように成し、ボイスコイル(4)や磁気回路を形成するマグネット(8)等を含めて、一種のリニアモータ構造とする。これによつて、振動板(1)は、これに与えられる駆動力に対する変位特性が基本的に直線性を成し、共振点をもたずに素直に振動することになる。なお、軸受け(10)と軸(11)は、互いに非接触とされるものが好ましく、このために、軸受け(10)と軸(11)の間に例えば磁性流体の如き粘性流体を充填するようにしてもよい。

さて、このようにして、スピーカの振動系のダンパやエンジ等の支持部材をなくして、リニアモータ構造の支持手段により振動板(1)を駆動することによつて、その駆動範囲で共振点のない直線性の良好な振動を行わせることができるわけであるが、しかし、斯る構造とした場合、通常の駆動法では、振動系がいずれかのストップ等に衝突したり、或いは上述の如く加速度や速度を検出してMFBをかけても振動の中立点が定まらないため駆動できない不都合がある。

そこで、この発明では実際に空気を動かすスピーカの振動系の変位を検出し、この変位情報を駆動系に帰還して電気信号に忠実に対応して振動系を駆動できる方法を用いる。

第3図は、本実施例で使用されるスピーカの振動系の変位を検出するための光位置検出手段の一例を示すもので、同図において、平行移動する振動板(1)にミラー(12)が取り付けられる。(13)はこのミラー(12)に光線を入射せしめる光源であつて、例えば半導体レーザ光線を用いる。この半導体レーザ

光源(13)よりの光線(レーザ光線)はレンズ(14)を介してミラー(12)に入射せしめられる。Nは、この光線のミラー(12)に対する入射点における法線を示す。(14)はミラー(12)よりの反射光線を振動板(1)の変位量に応じた受光部上の位置で受光する光検出器である。この光検出器(14)は、その受光面の長手方向(ライン方向)が、入射及び反射光線並びに法線Nを含む平面内に位置するように配される。

θ はミラー(12)に対する入射光線及び反射光線の夫々入射、反射角であつて、これらは互いに等しい。

しかして、振動板(1)が破線で示すように平行移動、即ち法線N方向に x だけ変位したとすると、光検出器(14)の受光面に入射するミラー(12)からの反射光線の位置はその長手方向(ライン方向)に x だけ変位する。この x は次式の様に表わされる。

$$x = 2L \sin \theta \quad \dots\dots (1)$$

この式において θ を 30° に選ぶと、 $\sin \theta$ は $\frac{1}{2}$ になるから、 $x = L$ となる。

従つて、ミラー(12)からの反射光線を光検出器(14)

でとらえれば、その受光面の変位に応じた振動板(1)の位置情報が得られる。

上述した光検出器(14)の一例としては例えば第4図に等価回路を示す如きPINフォトダイオードを用いた半導体位置検出器が用いられる。この半導体位置検出器は入射光線によつて生じた光電流が均一な抵抗層を通じて2つの出力端子 t_1 、 t_2 に流れ、その得られた差動の第1及び第2の位置検出電流の差を求めることにより、入射する光線の位置が検出されるものである。第4図において t_3 はバイアス電圧の供給される入力端子である。又、 R_s は抵抗率の一定な表面抵抗であつて、この抵抗 R_s に入射する光の位置に応じて、その位置と各出力端 t_1 、 t_2 間の抵抗値がその長さに比例して決定され、その抵抗の逆数の比に応じて出力端子 t_1 、 t_2 に得られる電流が変化する。この出力端子 t_1 、 t_2 に得られる電流が等しくなる点がスピーカの振動系の中立点に相当する。尚、Pは電流源、Dは理想的ダイオード、 C_j は接合容量、 R_{SN} は並列抵抗である。

第5図は上述した光位置検出手段で検出されたスピーカの振動板の変位情報をスピーカの駆動系に帰還するサーボ系を示すもので、同図において、第3図及び第4図と対応する部分には同一符号を付して説明する。

上述の如く光検出器(14)の出力端子 t_1 、 t_2 に得られた第1及び第2の位置検出力である各電流は、夫々電流-電圧変換回路(16)及び(17)に供給されて電圧信号に変換された後加算回路(18)及び減算回路(19)に供給される。

ここで、光検出器(14)に入射する光量が変化すると、その検出された位置情報は大きな誤差を含んでしまう。これは、第6図のグラフで明らかになる。即ち、第6図に、振動板(1)の変位量に対する差出力及び和出力の変化状態を夫々曲線 S_d 、 S_a として示してある。尚、曲線 S_d 、 S_a が2重曲線であるのは、ヒステリシスによるものである。そこで、加算回路(18)の出力を光量制御回路(20)に供給し、この制御回路(20)の出力によりレーザ光源(13)を制御して~~レーザ~~光検出器(14)に入射する光量を一定

となし、加算回路10の出力が常に一定となるようにして振動板(1)の変位量、すなわち絶対位置情報を正確に検出できるようにする。なお、この振動板(1)の変位量を正確に検出するのに、上述の如く光量制御回路20を用いることなく、加算回路10及び減算回路11の出力端に図示せずとも割算回路を設け、減算出力を加算出力で割算し、この割算出力を用いることにより、精度の良い振動板(1)の変位量検出出力を得ることもできる。

また、減算回路11からの減算出力は比較回路12の反転入力端子に供給される。

一方、入力端子22に供給されるオーディオ信号が音域制限フィルタ23で12 dB/octの特性の信号とされた後基準電圧として比較回路12の非反転入力端子に供給される。比較回路12はこの基準電圧と振動板(1)の変位情報に対応した減算回路11からの出力とを比較し、その比較誤差信号がスピーカの位相補償フィルタ24及び駆動回路25を介して駆動コイル(ボイスコイル)26に供給される。

この結果、振動板(1)の変位が入力端子22に供給

されるオーディオ信号に忠実に対応するようにサーボがかけられる、つまり、比較回路12の出力が0となるようにサーボがかけられる。

ここで、比較回路12の非反転入力端子に供給される基準電圧と振動板(1)の変位の関係を見ると、第7図に示す様に、サーボがかかっている状態では破線で示す様な関係にあるも、サーボがかけられると実線で示す様に直線的な関係とされる。すなわち、振動板(1)の変位がオーディオ信号に忠実に対応するようになり、非直線性が低減される。

又、ここで振動板(1)の変位と音圧レベルの関係をみると、いま、振動板(1)からの観測点の距離 r (m)の音圧 P とすれば、この音圧 P は一般に次式で表わされる。

$$P = -\omega^2 \rho_0 \frac{S \cdot X_m}{2\pi r} e^{-jkr} \quad \dots\dots\dots (2)$$

但し、上記(2)式において、 ω は角周波数、 ρ_0 は空気の密度 $= 1.21 \text{ kg/m}^3$ 、 S は振動板の面積(m^2)、 X_m は振動板の変位(振動板の平行移動の速度を V_m とすると $X_m = j\omega V_m$)、 k は波数 $2\pi/\lambda$ である。

そして、ここで可聴限界を0 dBとした音圧 P のdB表示としてSPLを使用すると、これは次の(3)で表わされるので、

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0} \quad \dots\dots\dots (3)$$

この(3)式において、 $P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ N (=ニュートン) / m}^2$ とすると、

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} P + 94 \quad \dots\dots\dots (4)$$

となる。そしてこの(4)式の P の代わりに上記(2)式の P の絶対値 $|P|$ を代入すると、次式が得られる。

$$\text{SPL} = 20 \log_{10} \left(\omega^2 \rho_0 \frac{S \cdot |X_m|}{2\pi r} \right) + 94 \quad \dots\dots\dots (5)$$

この(5)式より音圧レベルSPLは、周波数、振動板の面積及び振動板の変位の関数であることがわかる。つまり、振動板の変位 X_m と音圧レベルSPLの関係は、振動板の変位すなわち振幅が12 dB/octの特性に乗るようであれば、音圧レベルを一定にすることができる。

そこで振動板(1)に何にもその変位情報を帰還しない状態の時の、振動板(1)の諸特性を見ると、第8図に示す様になる。即ち第8図において、 G は

振動板(1)の振幅特性、 θ は振動板(1)の位相特性を表わしており、この振幅特性 G より、振動板(1)は12 dB/octの特性より周波数が低くなるに従って外れていることがわかる。

ところが、上述の如く振動板(1)の変位情報を帰還し、比較回路12の出力が0となるようにサーボをかけると、第9図に示す様に、振動板(1)の振幅特性 G は12 dB/octの特性に合致するようになる。従つて、この時の音圧レベル特性を見ると、第10図に示す様に何にも変位情報が帰還されてない状態では、破線で示す様に周波数特性の低域、特に100 Hz以下では音圧レベルが低下するも、上述の如く変位情報が帰還されると音圧レベルは低域の周波数まで伸び、よつて音圧周波数特性が平坦となる。

なお、上述の実施例において、振動板(1)の動きが平行移動よりずれている場合には、第11図に示すように、振動板(1)に複数個のミラー(12a)及び(12b)を設けると共にこれ等ミラー(12a)及び(12b)に対応して複数個の光検出器(15a)及び

(15b)を設け、レーザ光源13よりの光線をレンズ14及び回折格子12を介してミラー(12a)及び(12b)に入射せしめ、その各反射光線を夫々光検出器(15a)及び(15b)で受光して補正信号を得るようにしてもよい。

また、入力端子10に供給されるオーディオ信号がデジタル信号の場合、フィルタ12及び比較回路12としてデジタル処理可能な回路を用いると共に、減算回路13の出力側にアナログ／デジタル変換回路、比較回路12の出力側にデジタル／アナログ変換回路を設けるようにすればよい。

発明の効果

上述の如くこの発明によれば、スピーカの振動系を支持している部分をリニアモータ構造として従来使用されていたダンパやエッジ等の支持部材をなくすると共に、スピーカの振動系の変位を検出して、その変位情報をスピーカの駆動系へ帰還させるようにしたので、大振幅の動作時における非直線歪が軽減されると共に高音域での複雑な共振や位相回りが解消され、また音圧周波数特性の

平坦化を図ることができ、特に低音用のスピーカ等に於いて有用である。

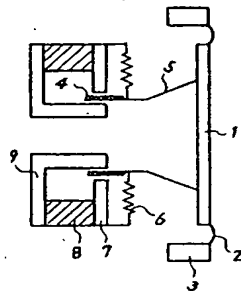
図面の簡単な説明

第1図は慣用のスピーカの一例を示す構造図、第2図はこの発明に係るスピーカの振動系の支持手段の一例を示す構造図、第3図はこの発明で使用する振動板の変位検出手段の一例を示す配置図、第4図は第3図の変位検出手段の光検出器の等価回路を示す回路図、第5図はこの発明の一実施例を示す回路構成図、第6図～第10図は第5図の動作説明に供するための特性図、第11図はこの発明で使用する振動板の変位検出手段の他の例を示す配置図である。

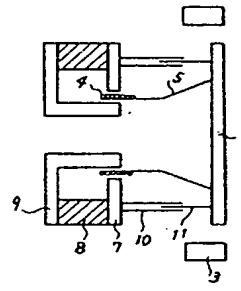
(1)は振動板、(4)はボイスコイル、10は軸受、11は軸、12はミラー、13は光源、14は光検出器、15は加算回路、16は減算回路、17は光量制御回路、18は比較回路、19は駆動コイルである。

代理人 伊藤 貞
同 松 殷 秀 盛

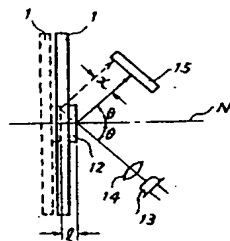
第1図



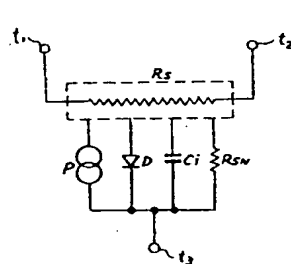
第2図



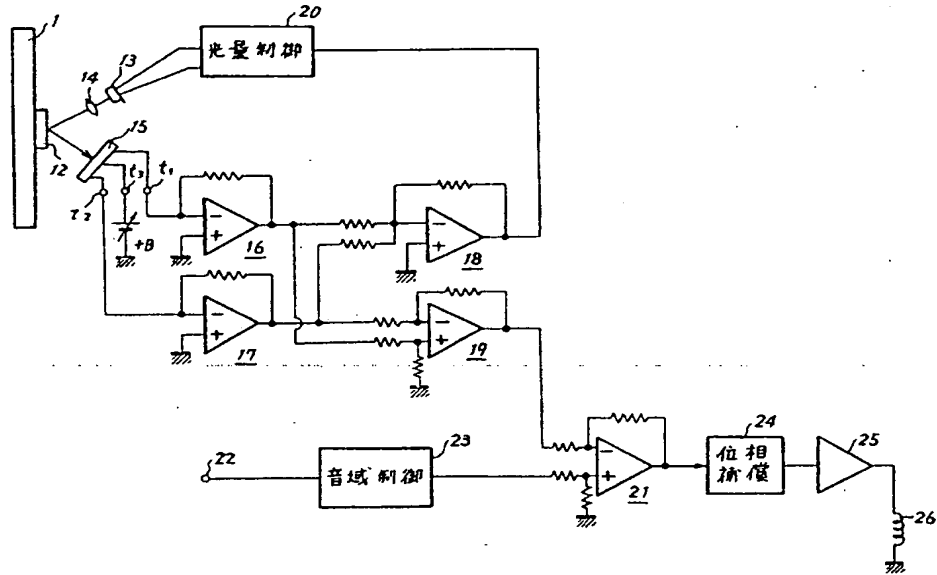
第3図



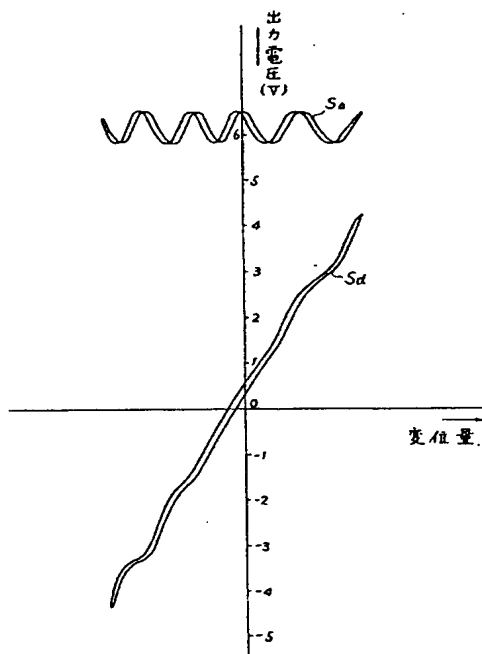
第4図



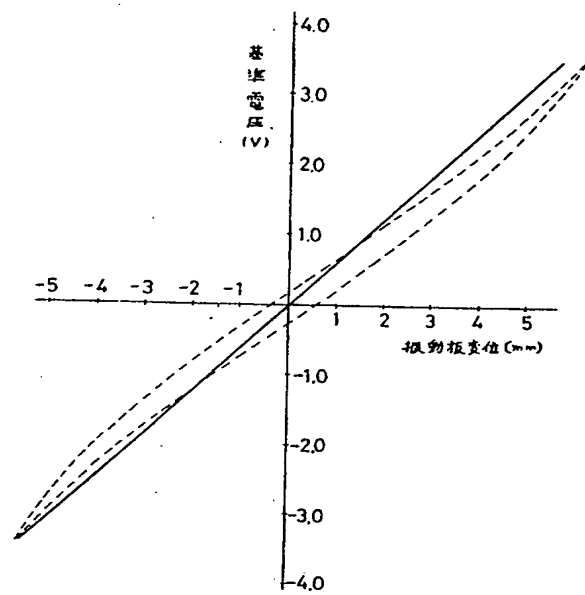
第5図



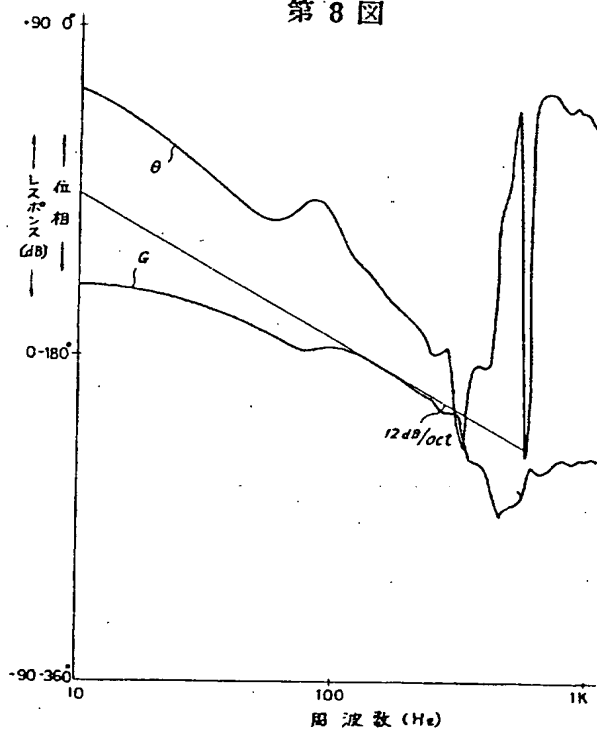
第6図



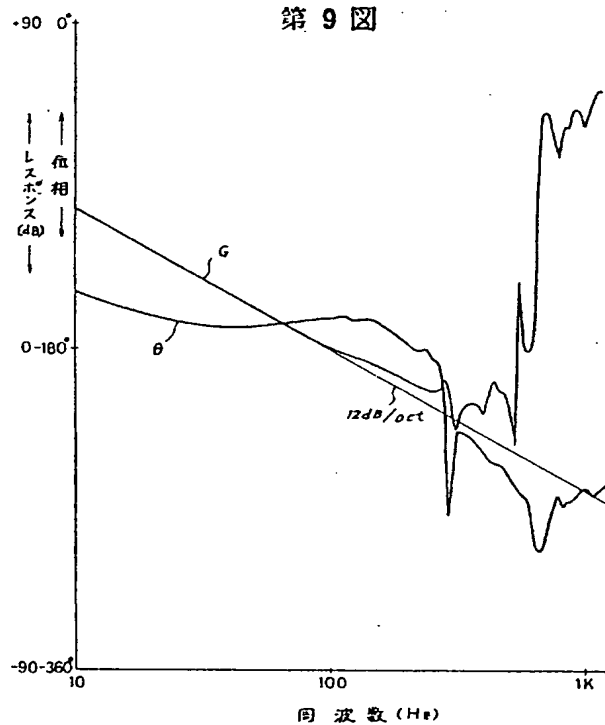
第7図



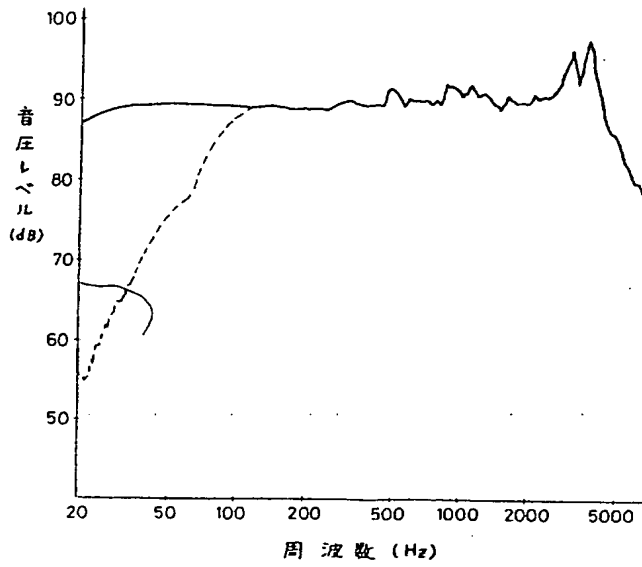
第 8 図



第 9 図



第10図



第11図

